BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

sciences de la terre

15

N° 76 SEPTEMBRE-OCTOBRE 1972

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements :

Abonnement Général : France, 260 F ; Étranger, 286 F.

Zoologie : France, 200 F ; Étranger, 220 F.

Sciences de la Terre : France, 50 F ; Étranger, 55 F.

Sciences de l'Homme : France, 45 F ; Étranger, 50 F.

Botanique : France, 40 F ; Étranger, 44 F.

Sciences Physico-Chimique : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, n° 76, septembre-octobre 1972, Sciences de la Terre 15

Étude des minéraux lourds des grès mésozoïques du Tinrhert (Sahara algérien)

par Georges Busson et Solange Duplaix *

Résumé. — Brève description des séries gréseuses continentales d'âge anté-cénomanien supérieur du Tinrhert (séries fréquemment désignées sous le nom de Post-tassilien) : nature des principaux ensembles lithologiques ; âge et description de coupes avec localisation des échantillons ayant fait l'objet d'analyses.

Inventaire des minéraux lourds des échantillons analysés et répartition granulométrique des sables correspondants. Homogénéité des minéraux lourds de cette succession mésozoïque.

Abstract. — Brief description of the Tinrhert continental sandstones series of ante-upper cenomanian age (series frequently known under the name of Post-Tassilian) : nature of the major lithological unities ; age and description of sections including a localization of samples having been submitted to analysis.

Inventory of the heavy minerals in the analysed samples, and granulometric distribution of the corresponding sands. Homogeneity of the heavy minerals belonging to this mesozoïc succession.

Introduction

Les séries de Zarzaïtine et de Taouratine affleurent au Sahara algérien entre la hamada de Tinrhert au nord, les terrains paléozoïques du bassin de Fort de Polignac (Illizi) au sud, l'erg Bourarhet à l'ouest, la frontière libyenne à l'est. Ces séries correspondaient à un ensemble nommé *post-tassilien* dans la nomenclature ancienne — considéré alors comme d'appartenance paléozoïque — parce qu'elles apparaissaient parfois plissées, comme le Carbonifère marin sous-jacent. On sait maintenant qu'il s'agit, en fait, de couches du Trias, du Jurassique et du Crétacé inférieur. Ces attributions renforcent l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces terrains, puisque les affleurements de Trias et de Jurassique au moins sont fort rares au Sahara algérien. Ces séries, souvent d'apparence continentale, sont constituées pour une part importante de couches sableuses ou gréseuses : c'est l'étude des minéraux lourds de certains de ces bancs sableux ou gréseux qui est présentée ici [1]. On y a ajouté quelques résultats se rapportant à la partie du Crétacé inférieur qui surmonte le plateau de Taouratine et également un échantillon du Maestrichtien.

* M. Georges Busson, *Laboratoire de Géologie du Muséum, 61, rue de Buffon, 75005 Paris.*
Melle Solange Duplaix, *Laboratoire de Géologie dynamique, Université Paris VI, Tour 26, 9, quai Saint-Bernard, 75005 Paris.*

1. Les études de minéraux lourds, ci-dessous exposées, n'ont porté que sur les sables et les grès, à l'exclusion des niveaux conglomératiques. Ceux-ci en effet, même quand ils ont été échantillonnés, ne renferment qu'une fraction fine peu importante et très indurée, d'étude difficile et assez peu révélatrice quant aux minéraux lourds.

I. DONNÉES GÉOLOGIQUES SUR LES AFFLEUREMENTS ÉTUDIÉS

Ces séries mésozoïques infra-cénomaniennes ne feront l'objet que d'une description sommaire ayant seulement pour objet de localiser dans l'espace et de situer dans leur contexte géologique les échantillons dont les minéraux lourds ont été étudiés. Ces séries, en effet, seront décrites avec plus de détail et plus de précision dans un ouvrage qui sera consacré

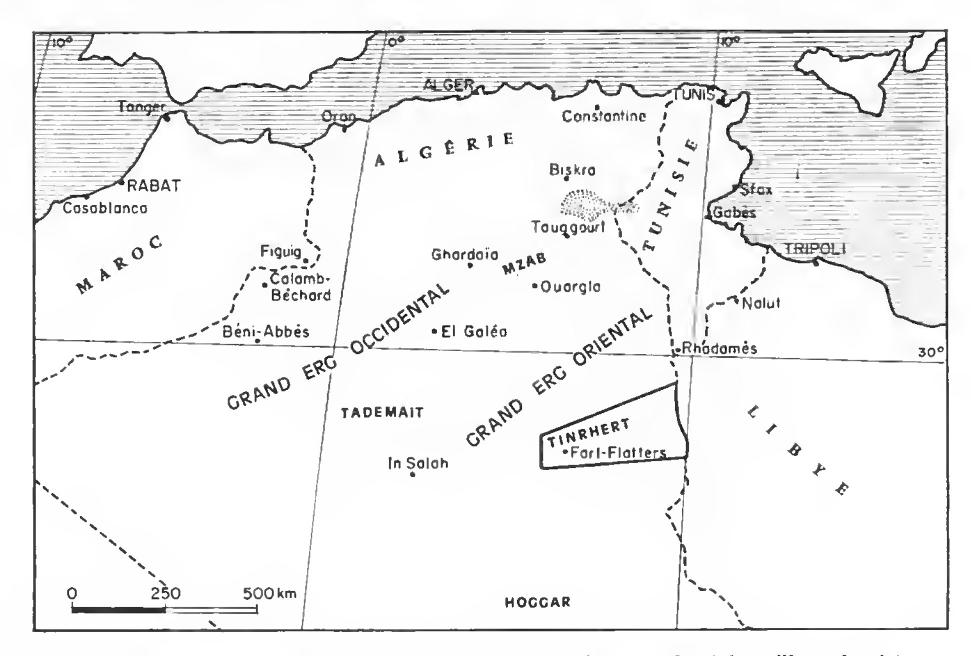


Fig. 1. — Carte schématique de situation de la zone d'où provie nnent les échantillons détritiques analysés.

à la hamada de Tinrhert (G. Busson, à paraître). Par ailleurs l'impossibilité de placer des limites stratigraphiques dans ces couches argilo-gréseuses très peu fossilifères, interdit de décrire successivement le Trias, le Lias, etc. L'on en est réduit à décrire les coupes relativement continues qui s'observent dans la falaise et les gours (buttes-témoins) de Zarzaïtine; puis dans ceux de Taouratine, etc. Il est bon de rappeler dès maintenant que ces séries ne coïncident nullement — suivant une opinion courante — avec le Trias et le Jurassique.

LA SÉRIE DE ZARZAÏTINE
(Fig. 2, 3 et 4)

Elle comprend successivement, de bas en haut, le Zarzaïtine gréseux, le Zarzaïtine argilo-dolomitique et enfin les grès ferrugineux. L'ensemble forme la grande falaise de

Zarzaïtine, ainsi que ses gours avancés et les plateaux et les buttes qui la surmontent (plateau de Zarzaïtine).

Différentes coupes ont été échantillonnées et ont été regroupées en 3 régions principales : 1) région de Tihalatine et du champ de Zarzaïtine, 2) région de Tiderer, 3) région de La Reculée. Les différents échantillons sont localisés sur une carte schématique (fig. 2) et situés sur quelques coupes lithologiques ou, pour des échantillons dispersés, par rapport à ces coupes lithologiques.

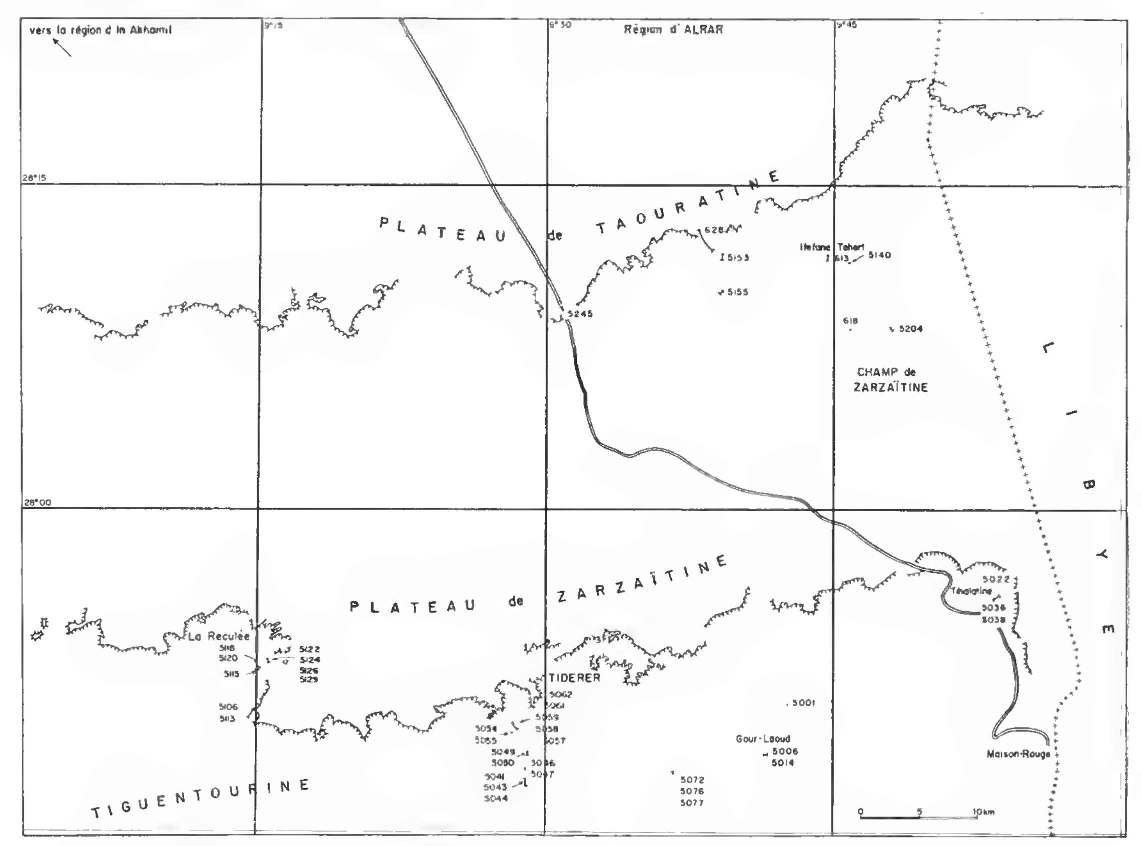


Fig. 2. — Carte géographique (d'après les cartes au 200 000ᵉ de l'Institut Géographique national) des régions de Zarzaïtine et de Taouratine, précisant la position des échantillons correspondants.

1. Le Zarzaïtine gréseux

C'est la formation qui constitue en quasi-totalité la falaise de Zarzaïtine qui s'étend depuis la frontière libyenne jusqu'à la région de Ihansatène, 90 km à l'ouest de La Reculée. Dans cette dernière région l'amenuisement puis la disparition de la falaise correspondent en grande partie au biseautage stratigraphique, originel, des grès de Zarzaïtine dans cette direction occidentale, le craton de l'Issaouan n'ayant pas été recouvert, ou que très par-

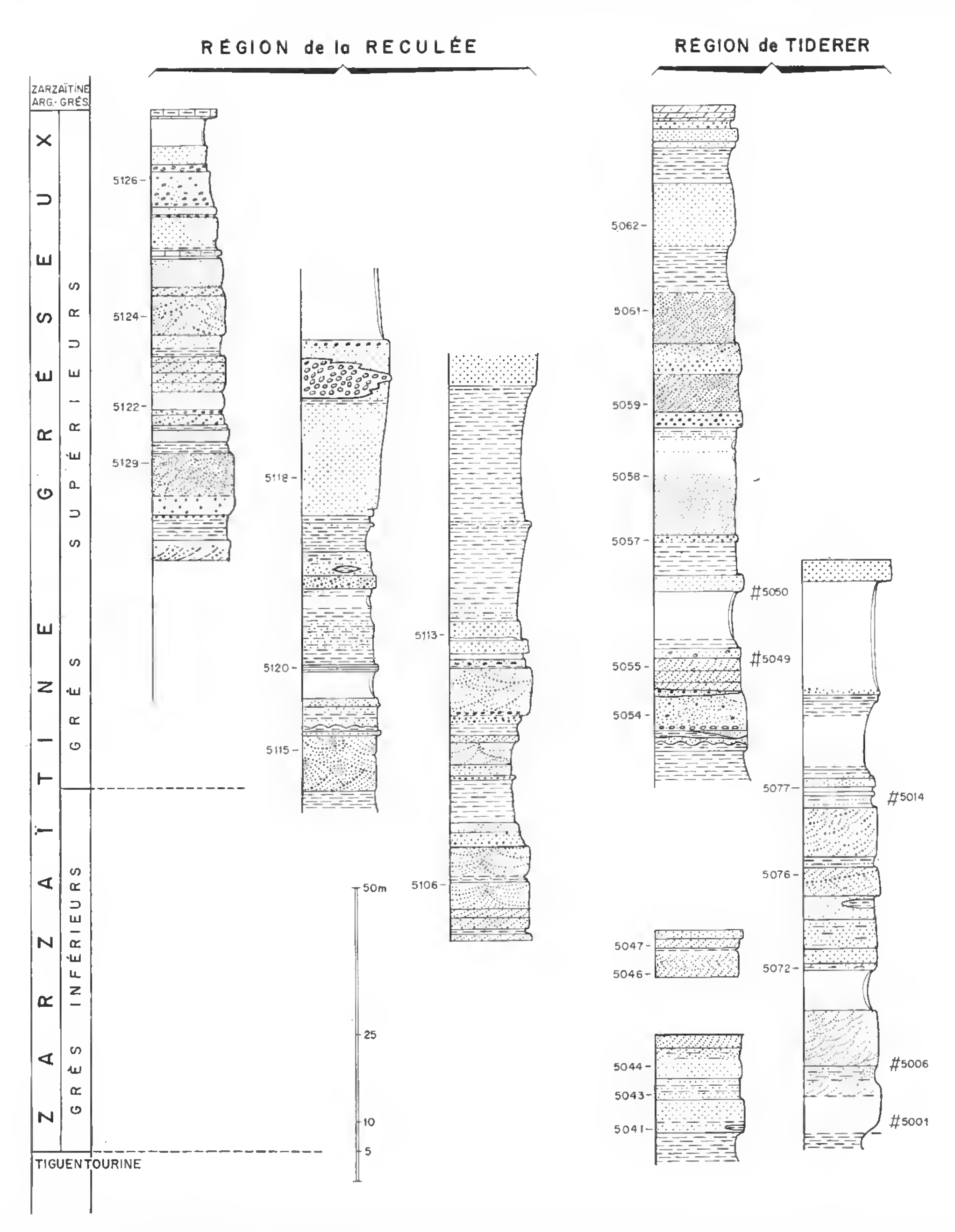


FIG. 3. — Coupes du Zarzaïtine gréseux des régions de La Reculée et de Tiderer avec localisation verticale des échantillons analysés (voir G. BUSSON, 1971, fig. VIII.6). Au sommet de la colonne de gauche, lire Zarzaïtine argilo-dolomitique au lieu de Zarzaïtine arg.-grès.

tiellement, par des dépôts. Alors qu'il ne sera fait allusion, dans le présent texte, qu'aux affleurements, les données de sondages ont été évoquées dans un ouvrage récent pour arriver à une description plus synthétique (G. Busson, 1971). On peut, en général, distinguer dans ce Zarzaïtine gréseux 2 ensembles successifs, surtout détritiques, séparés par un niveau argileux relativement constant.

a. **Les « grès inférieurs »** (fig. 3)

C'est une formation épaisse d'une cinquantaine de mètres qui forme de petits escarpements particulièrement nets à l'est et au nord des Gour Laoud et également sur une vingtaine de kilomètres à l'est des Gour Laoud. Cette formation s'identifie et se suit avec beaucoup de netteté dans les coupes de sondages (*op. cit.*, 1971 : 138-142, coupe VII.8 et carte en isopaques VII.9).

Du point de vue pétrographique, les « grès inférieurs » sont en général fins (grain en général inférieur au mm), peu cimentés, sableux même. Les stratifications obliques y sont fréquentes. Mais néanmoins de nombreux niveaux présentent des stratifications horizontales, parfois très fines, très nettes, dues à des changements granulométriques ou à l'apparition de passées ou de très fins lits argileux : c'est ainsi que des alternances millimétriques à centimétriques de grès fins et d'argiles finement gréseuses peuvent produire un véritable rubannement horizontal, en particulier dans la première dizaine de mètres au-dessus du Tiguentourine. En dehors de ces très fines alternances, des passées d'argiles vertes et rouges s'intercalent à différents niveaux dans cette série, sans prendre en général une importance supérieure au 1/10 de l'épaisseur totale. Par ailleurs les passées grossières ne sont pas rigoureusement absentes de ces grès inférieurs : elles se présentent surtout dans la moitié supérieure et correspondent à des galets pouvant atteindre 3 cm, galets d'argiles, de grès, galets ferrugineux ou galets de quartz (voir note 1, ci-dessus).

La plupart des restes paléontologiques découverts dans la série de Zarzaïtine proviennent de ces grès inférieurs : Poissons (dents de *Ceratodus*, épines de Sélacien du genre *Hybodus*), Reptiles (Dinosaures proches de la famille des Plateosauridae), Amphibiens (Stégocéphales Capitosauridés, à rapprocher du genre *Stenosaurus*), etc. Cette faune indique un âge triasique pour ces grès inférieurs qui reposent en discordance légère sur les formations paléozoïques sous-jacentes.

Échantillons de grès inférieurs :
— Région de Tiderer : 5001, 5006, 5014, 5041, 5043, 5044, 5046, 5047, 5072, 5076, 5077.
— Région de La Reculée : 5106.

b. **Les « argiles de Ta2 »** correspondent à une masse argileuse relativement constante dans ces régions et assez remarquable dans la coupe du sondage de Ta2, prise pour type. Elle isole et permet de distinguer les grès inférieurs des grès supérieurs. Épaisse d'une dizaine de mètres, elle affleure bien dans les Gour Laoud et dans les gours voisins, ainsi qu'à la base des escarpements déterminés par les grès sus-jacents (grès supérieurs).

c. **Les grès supérieurs** (fig. 3 et 4)

C'est une série gréseuse épaisse d'une centaine de mètres, comportant des passées argileuses parfois épaisses mais très lenticulaires. Elle détermine dans le relief la falaise principale qui se subdivise parfois en une succession d'escarpements.

Pétrographiquement la formation est parfois caractérisée par l'existence d'un matériel exceptionnellement grossier, en quantité plus ou moins abondante : graviers disséminés dans un grès moyen à grossier ; couches et lentilles franchement conglomératiques où abondent des galets de quartz et de quartzites de plusieurs centimètres. A côté de ces niveaux grossiers existent de nombreux bancs de sable relativement fins : des alternances d'argiles et de sables très fins : des argiles pélitiques et de fortes épaisseurs d'argiles rouges homogènes.

Mais ces grès supérieurs sont aussi caractérisés par des irrégularités de stratification d'importance exceptionnelle, depuis l'échelle du lit et du banc jusqu'à des ravinements et des lentilles de plusieurs décamètres. Ces irrégularités de stratification et les ravinements qui les accompagnent ont déjà été sommairement décrits par ailleurs (*op. cit.*, 1971 : 144).

Les restes organisés ont une certaine abondance dans cette série : bois hématisés, débris de Vertébrés. Mais le plus souvent ces derniers sont trop fragmentaires pour pouvoir être identifiés. La seule découverte présentant un intérêt stratigraphique correspond à l'association de Stégocéphales Capitosauridés et de Dinosauriens Teratosauridés, association qui évoquerait un âge encore triasique supérieur (A. F. de Lapparent, P. Claracq et F. Nougarède, 1958).

En fait les corrélations, menées grâce aux sondages successifs depuis les affleurements du sud du Tinrhert (Zarzaïtine) jusqu'au cœur du bassin mésozoïque où la succession est plus complète, fournissent également quelques données sur l'âge de ces grès supérieurs. Il apparaît vraisemblable que l'argilo-dolomitique sus-jacent est un équivalent latéral des faciès évaporitiques du Lias-Dogger inférieur, ou d'une partie de ceux-ci. Dans ces conditions, les grès de Zarzaïtine, dans leur ensemble, représenteraient non seulement l'équivalent latéral du Trias gréseux du centre du bassin, mais aussi de tout ou partie du « Salifère principal » (Trias et Lias *p.p.*), voire même de la partie basale du « Lias-Dogger inférieur ». En définitive les grès supérieurs devraient donc être datés du Trias supérieur et, vraisemblablement, d'une partie plus ou moins importante du Lias.

Échantillons des grès supérieurs ayant été examinés :

— Région de Tihalatine et du champ de Zarzaïtine (fig. 4) : 644, 5022, 5036, 5038, 5092.
— Région de Tiderer (fig. 3) : 5049, 5050, 5054, 5055, 5057, 5058, 5059, 5061, 5062.
— Région de La Reculée (fig. 3) : 5113, 5115, 5118, 5120, 5122, 5124, 5126, 5129.

Conclusions. Les grès de Zarzaïtine présentent un intérêt considérable non seulement parce qu'ils sont parmi les seuls témoins de la couverture détritique triasique affleurant au Sahara algérien, mais aussi pour les problèmes sédimentaires qu'ils posent. En particulier, la grossièreté du matériel présent à certains niveaux est d'autant plus difficilement explicable que la zone d'alimentation de la sédimentation détritique se trouvait vraisemblablement tapissée de grès paléozoïques, moins grossiers de façon très générale.

Fig. 4. — Coupes de la série de Zarzaïtine (Zarzaïtine gréseux ; Zarzaïtine argilo-dolomitique ; grès ferrugineux) dans la région de Tihalatine et du champ de Zarzaïtine, avec localisation des échantillons.
Fig. 5. — Coupes de la série de Taouratine (voir implantation sur la fig. 2) avec localisation des échantillons.
Fig. 6. — Coupes de l'Albien des régions d'In-Akhamil et d'Alrar avec localisation des échantillons. L'équivalent de la barre aptienne — ici biseautée — se situerait quelques mètres au-dessous de la base de ces coupes.

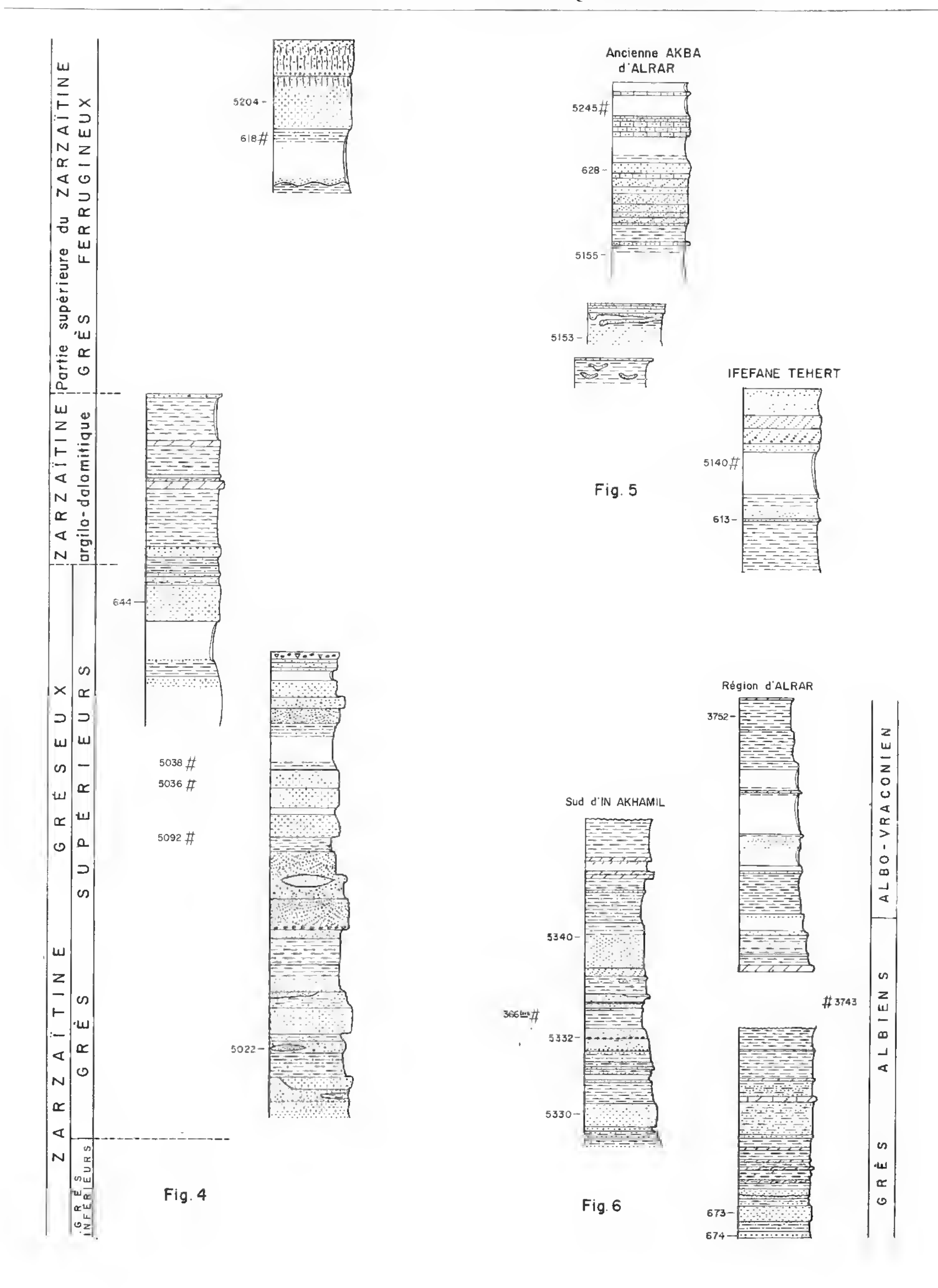


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

2. Les termes supérieurs de la série Zarzaïtine (fig. 4)

Le **Zarzaïtine argilo-dolomitique** correspond en général à 20 ou 30 m de couches tendres, où dominent très largement les argiles rouges dans lesquelles s'intercalent quelques bancs de dolomie blanche. Ces bancs de dolomie, superposés aux argiles, peuvent former quelques buttes-témoins ou une petite cuesta, telle que celle qui ceinture en partie le champ de Zarzaïtine. Cette série étant à peu près dépourvue de bancs détritiques sableux ou gréseux n'a pas fait l'objet d'études quant à son contenu en minéraux lourds.

La série sus-jacente ou **grès ferrugineux** est d'appartenance plus incertaine : géographiquement les buttes-témoins et les cuestas qui la constituent font plutôt partie de la région de Zarzaïtine que de celle de Taouratine ; mais la présence, sporadique, de faciès ferrugineux (cuirassements en particulier) apparente cette formation aux couches de Taouratine plus qu'à celles de Zarzaïtine. Pétrographiquement il s'agit de grès ou de sables, parfois grossiers ou même très grossiers (avec niveaux à dragées), ou parfois fins, micacés, interstratifiés de minces lits argileux millimétriques. Ces grès et ces sables sont intercalés d'argiles rouges ou plus rarement verdâtres ou grisâtres. Cette série a été échantillonnée dans de petits reliefs au nord et au nord-ouest du champ de Zarzaïtine.

L'âge de cette série n'a pas été fixé par des découvertes paléontologiques. Les corrélations menées de sondages en sondages suggèrent de la rapprocher de couches rapportées au Dogger (Bathonien ?) dans la partie plus centrale du bassin.

Échantillons de la série des grès ferrugineux du Zarzaïtine : 618, 5204.

LA SÉRIE DE TAOURATINE
(Fig. 2, 5)

La région de Taouratine correspond à trois unités morphologiques. 1) Dans la partie la plus méridionale une plaine, assez irrégulière, se raccorde sans aucune discontinuité au plateau de Zarzaïtine. Dans le détail, un relief assez chaotique y est créé par l'interstratification de niveaux lenticulaires de grès et de cuirasses ferrugineuses (buttes-témoins, etc.), au sein d'une série tendre, puisque principalement constituée d'argiles, grises ou mauves, et de sables fins. 2) Une falaise moins élevée, moins abrupte, moins régulière que celle de Zarzaïtine sépare cette plaine, à matériel surtout argilo-sableux, de l'unité suivante. 3) Dans la partie septentrionale, se développe un vaste plateau gréso-quartzitique, très monotone, dépourvu de bonne coupe et dont il est difficile d'estimer l'épaisseur de série à laquelle il correspond.

Cette série de Taouratine correspond au Jurassique supérieur et à une partie importante du Crétacé inférieur, d'après les corrélations qui peuvent être menées grâce aux sondages jusque dans une partie plus centrale, plus épaisse et mieux différenciée du bassin.

Les quelques échantillons qui ont été étudiés de la série de Taouratine sont en provenance de la plaine et des reliefs qui l'accidentent, et également de la falaise, sous le niveau sommital gréso-quartzitique qui, lui, n'a pas été étudié.

Un cortège de faciès caractérise réellement cette partie de la série de Taouratine et lui confère un aspect morphologique très particulier : grandes masses d'argiles blanchâtres et mauves, de nature kaolinique, qui se sont substituées aux illites de Zarzaïtine ; passées gréseuses et sableuses, parfois conglomératiques, fréquentes et réellement caractérisées par leur allure lenticulaire, où l'abondance des niveaux à concrétions sphériques (kerboub), dénote l'importance des ciments carbonatés ; présence de nombreux débris de bois, le plus souvent hématisés ou transformés en calcite ; fréquence des cuirasses ferrugineuses et des produits de leur remaniement (grès à gravillons ferrugineux, à stratification oblique). L'ensemble évoque une sédimentation dont les produits sont d'exportation continentale ; sédimentation très lente où des phases sporadiques d'émersion favorisaient vraisemblablement la genèse des cuirasses ferrugineuses dans certaines conditions topographiques ; phases d'émersion qui sont en parfait accord paléogéographique avec la nature de biseau continental de cette série.

Échantillons étudiés de la série de Taouratine : 613, 628, 5140, 5153, 5155, 5245.

L'ALBIEN GRÉSEUX
(Fig. 6)

Il s'agit des affleurements gréseux qui apparaissent entre la vallée de l'Oued Irharar et la frontière libyenne, au pied — et en amont-pendage par conséquent — de la falaise cénomanienne. Les affleurements du Djoua sont souvent de mauvaise qualité, empâtés par le sable ou par les dépôts du « Mio-Pliocène ». Par contre dans la région d'In-Akhamil et d'Alrar, le pied de la falaise et les buttes-témoins avancées montrent une succession parfois fort bien exposée.

Aucun, parmi les restes organisés trouvés dans cette série, ne permet une attribution stratigraphique directe. Par contre, à ce niveau, les corrélations de sondages sont moins malaisées que dans les niveaux sous-jacents. Elles permettent tout d'abord d'identifier la barre aptienne (Aptien supérieur vraisemblablement) jusqu'à proximité des affleurements, où elle se biseaute. Une extrapolation sans imprudence — étant donné le caractère très isopaque de ces séries et l'extrême simplicité structurale — permet de situer le niveau de cette barre aptienne à la base de cette série sablo-gréseuse, sensiblement près du contact avec les grès quartzites du Touaratine sous-jacent. D'autre part, au-dessus de ces grès d'In-Akhamil et d'Alrar affleure une série argilo-carbonatée qui peut être mise en corrélation avec l'Albo-Vraconien des régions septentrionales. On peut donc bien parler à propos de ces couches d' « Albien gréseux » (G. Busson, 1970).

Pétrographiquement, il s'agit d'une série argilo-sableuse, pouvant atteindre une épaisseur de 80 m, de granulométrie très hétérogène (depuis des pélites jusqu'à des sables très grossiers, voire même de petites dragées), avec passées ferrugineuses, ravinement abondant, parfois important, lits et bancs dolomitiques et nombreux débris de bois (en général hématisés) et d'ossements.

Échantillons situés sur les coupes ci-jointes :
— Région d'Alrar : 673, 674, 3743, 3752.
— Région d'In-Akhamil : 366 bis, 5330, 5332, 5340.

Échantillons non situés sur coupe :

— 5368 : sable très fin, à stratification oblique de très grande taille, prélevé 1 m sous le contact avec les argiles rouges sus-jacentes (cénomaniennes), feuille Hassi-Tabarkort-Gara 475 en x : 379,6 ; y = 3126,6.

— 109 et 111 : sable et grès argileux rougeâtres dans une gara à proximité d'Hi-Tabtab (près Fort-Flatters) respectivement une dizaine de mètres et 2 mètres sous le contact avec les argiles rouges cénomaniennes.

LE MAESTRICHTIEN

(Éch. 5443)

Un seul échantillon de grès maestrichtien a été examiné dans cette étude de minéraux lourds. Les niveaux gréseux prennent pourtant parfois une certaine importance, à ce niveau stratigraphique, au détriment des couches carbonatées et parfois argileuses. Il s'agit fréquemment de grès carbonatés — parfois à ciment cristallisé conférant à ces grès le faciès kerboub —, avec fossiles marins (Inocérames en particulier) dans certaines régions, azoïques ailleurs. Ces grès représentent la première réapparition des sédiments détritiques après la grande période de rémission qui a couvert tout le Crétacé supérieur. Ils annoncent les apports extrêmement abondants qui vont caractériser le Tertiaire continental (Mio-pliocène *auctorum*).

II. ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

A. — ÉTUDE MINÉRALOGIQUE

MÉTHODES

Les sables ont été préparés selon la méthode habituellement employée (S. Duplaix, 1958) et les minéraux extraits de la fraction dimensionnelle 0,50-0,04 mm, elle-même divisée en trois parties : 0,50-0,31 ; 0,31-0,16 : 0,16-0,04 mm.

Divers renseignements sont donnés sur les tableaux. Tout d'abord les compositions minéralogiques qui sont les nombres de grains de chaque espèce minéralogique transparente, rapportés à cent grains transparents. Les teneurs pondérales sont les poids des minéraux lourds transparents, opaques et altérés rapportés à 100 g de sable de la fraction étudiée (0,50-0,04 mm). Les teneurs globales donnent les nombres de grains de minéraux lourds transparents extraits de 1 g de sable de la même fraction.

Les compositions minéralogiques donnent la physionomie de chaque gisement, alors que les teneurs globales traduisent les conditions de sédimentation.

Le rang moyen a été calculé sur les pourcentages du zircon, de la tourmaline et des oxydes de titane (rutile, anatase).

Les diagrammes de granulométrie ont été établis avec les poids des fractions retenues pour les minéraux lourds et celui de la fraction plus grande que 0,50 mm.

ANALYSE MINÉRALOGIQUE

1. Le Zarzaïtine gréseux (Trias)

a. **Les « grès inférieurs »** (tableau I). — Le zircon est dans presque tous les gisements le minéral le plus abondant ; il est suivi par la tourmaline et les oxydes de titane, rutile et anatase. Le grenat est peu abondant de même que la staurotide et la monazite. Dans la totalité de la formation le zircon est nettement prédominant (fig. 7).

b. **Les « grès supérieurs »** (tableau II). — Le zircon est ici moins abondant et peut être, en certains points, précédé par la tourmaline, le rutile ou l'anatase. Cependant si l'on considère l'ensemble de la formation (fig. 7) il est encore le minéral le plus abondant, suivi de très près par les oxydes de titane ; la tourmaline n'occupe plus ici que la troisième place. Le grenat et la staurotide y ont aussi des proportions plus élevées. Il y a également plus d'espèces minéralogiques dans les grès supérieurs, puisqu'on y rencontre du disthène et de la sillimanite ; l'épidote est aussi plus fréquente.

Si l'on compare les grès inférieurs et les grès supérieurs d'une région où le nombre d'échantillons de chaque formation est suffisant pour que les résultats soient valables, ici

celle de Tiderer, on s'aperçoit que le rang moyen des pourcentages du zircon, de la tourmaline et des oxydes de titane (tableau III), donne des chiffres très proches de ceux trouvés pour chacune des formations (tableau IV). Ce qui prouve bien que les grès inférieurs et les grès supérieurs gardent leur caractéristique minéralogique quelle que soit la région considérée.

Tableau I. — Composition minéralogique des grès inférieurs.
Le signe + représente des proportions inférieures à 0,5 %.

	TOURMALINE	ZIRCON	GRENAT	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	SILLIMANITE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	CORINDON	TOPAZE	MONAZITE	TENEUR GLOBALE	TENEUR PONDERALE
5443	22	52		19	5	+		1	1						+		281	0,09
5368	27	30	7	11	25			+									79	0,11
109	18	32	22	6	16		+	2			2		+				62	0,23
111	12	40	7	10	26	+	+	1	+		2	1	1			+	46	0,05
3752	6	64	8	8	3						7	4					80	0,04
3743	26	42	1	16	7			6			2						5	0,005
673	14	50	1	11	22			1									93	0,04
674	17	58		9	7			5	2	1	1						52	0,19
5340	37	31	4	12	10			6									120	0,05
366bis	7	74	1	8	9			1									32	0,02
5332	24	43	4	11	14			2			2	+					151	0,06
5330	22	49	1	9	19												24	0,01

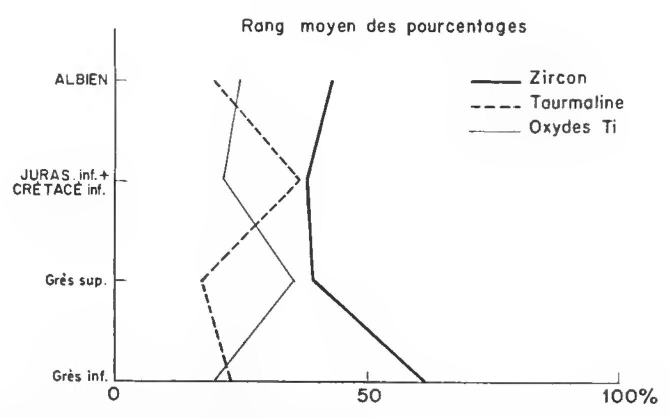


Fig. 7. — Diagramme comparatif du rang moyen des pourcentages de zircon, tourmaline, oxydes de titane, dans les différentes formations analysées.

TABLEAU II. — Composition minéralogique des grès supérieurs.
Le signe + représente des proportions inférieures à 0,5 %.

	TOURMALINE	ZIRCON	GRENAT	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	SILLIMANITE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	CORINDON	TOPAZE	MONAZITE	TENEUR GLOBALE	TENEUR PONDERALE
644	21	51	+	19	9			+								+	117	0,06
5038	22	28	9	20	21												21	0,03
5036	25	11	11	29	24												123	0,09
5092	28	21	7	27	9			7			1						56	0,20
5022	13	60		20	2			1								4	52	0,17
5062	9	46	6	29	5			1	1	+	1					2	202	0,48
5061	12	47	9	19	9			2	+	+	1					1	125	0,43
5059	11	53	2	22	10			1								1	129	0,10
5058	7	33	1	31	25			3	+							+	129	0,21
5057	24	36	4	27	3			5	+							1	33	0,23
5050	37	26	4	15	12			6								+	17	0,05
5049	16	27	2	22	26			3			3					1	26	0,01
5055	28	22	3	27	15			2		1	1					1	39	0,09
5054	6	55	1	16	21			1			+						106	0,07
5126	19	35	2	26	10			5	+		1					1	187	0,68
5124	14	46	9	21	6			3								1	395	0,77
5122	11	43		30	15	1											174	0,13
5129	18	29		30	23												130	0,06
5118	8	50		30	11											1	245	0,18
5113	18	51	+	20	8			1								2	43	0,09
5120	60	25		11	3											1	85	0,06
5115	16	54	1	20	2			4								3	84	0,39

TABLEAU III. — Rang moyen des pourcentages de zircon, tourmaline, oxydes de titane, des échantillons des grès de Zarzaïtine de la région de Tiderer.

	ZIRCON	TOURMALINE	OXYDES DE TITANE
Grès inférieurs	61	22	15
Grès supérieurs	36	12	34

TABLEAU IV. — Rang moyen des pourcentages de zircon, tourmaline, oxydes de titane, de l'ensemble des échantillons analysés, classés par formation.

	ZIRCON	TOURMALINE	OXYDES DE TITANE
Grès inférieurs	60,5	22,5	14,5
Grès supérieurs	39,5	17	35
Série de Taouratine	38	36,5	21
Albien	43	18	24

TABLEAU V. — Composition minéralogique des grès ferrugineux du Zarzaïtine. Le signe + représente des proportions inférieures à 0,5 %.

	TOURMALINE	ZIRCON	GRENAT	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	SILLIMANITE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	CORINDON	TOPAZE	MONAZITE	TENEUR GLOBALE	TENEUR PONDERALE
5204	19	58	+	15	5			1					+	+		2	425	0,25
618	36	43		15	3			3									37	0,03

2. LES TERMES SUPÉRIEURS DE LA SÉRIE DE ZARZAÏTINE : grès ferrugineux (tableau V)

Les mêmes minéraux se retrouvent dans ces deux échantillons. Les proportions de tourmaline et de zircon sont différentes d'un prélèvement à l'autre ; mais avec deux points de prélèvements on peut seulement remarquer que ce sont les mêmes espèces déjà rencontrées dans les grès inférieurs et supérieurs.

3. LA SÉRIE DE TAOURATINE : Jurassique supérieur et Crétacé inférieur (tableau VI)

Dans cette série, le zircon est encore le minéral le plus abondant, bien que les proportions de tourmaline soient très proches (fig. 7). Les pourcentages des oxydes de titane sont moins élevés. La staurotide est peu abondante ; on trouve du disthène, comme dans les grès supérieurs. Les autres minéraux sont extrêmement rares.

TABLEAU VI. — Composition minéralogique de la série de Taouratine.
Le signe + représente des proportions inférieures à 0,5 %.

	TOURMALINE	ZIRCON	GRENAT	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	SILLIMANITE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	CORINDON	TOPAZE	MONAZITE	TENEUR GLOBALE	TENEUR PONDERALE
5245	42	25		20	13												402	0,10
628	35	35		18	10			1					1		+		80	0,06
5155	38	41	1	10	7			3	+								10	0,03
5153	19	55	1	17	7				+		1					+	175	0,09
5140	2	60		14	3				+		+					1	599	0,41
613	49	29		15	3			3	1								95	0,02

4. L'ALBIEN GRÉSEUX (tableau VII)

Dans les grès albiens le zircon est, à nouveau, le minéral le plus représenté. Les pourcentages de la tourmaline et des oxydes de titane sont moins élevés (fig. 7). Le grenat, si l'on excepte le prélèvement 109, a une abondance et une fréquence proches de celles des grès supérieurs ; de même que dans ceux-ci, on trouve du disthène et de la sillimanite et les espèces minéralogiques y sont, aussi, plus nombreuses.

5. Un échantillon de grès MAESTRICHTIEN (tableau VII) a été analysé afin de comparer sa composition minéralogique avec celle des autres formations. On peut seulement noter qu'on y rencontre les mêmes espèces et que les proportions des minéraux principaux y sont sensiblement les mêmes.

Tableau VII. — Composition minéralogique de l'Albien gréseux.
Le signe + représente des proportions inférieures à 0,5 %.

	TOURMALINE	ZIRCON	GRENAT	RUTILE	ANATASE	BROOKITE	SPHENE	STAUROTIDE	DISTHENE	SILLIMANITE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	PYROXENE MON.	CORINDON	TOPAZE	MONAZITE	TENEUR GLOBALE	TENEUR PONDERALE
5077	14	55	3	17	8			+								3	384	0,09
5014	30	47		10	12											1	8	0,02
5076	13	62	5	11	4			2								3	122	0,14
5047	14	69	2	10	4			+								1	40	0,05
5072	45	32	1	11	11												26	0,02
5046	17	61	6	9	4			3									41	0,06
5006	41	41	1	10	6			1									38	0,01
5044	23	60	+	13	4			+								+	893	0,15
5043	16	73	+	7	3			+			1						164	0,04
5041	23	63	+	10	4											+	29	0,01
5001	22	67		8	2			1					+			+	32	0,09
5106	42	39	1	6	6			5								1	38	0,06

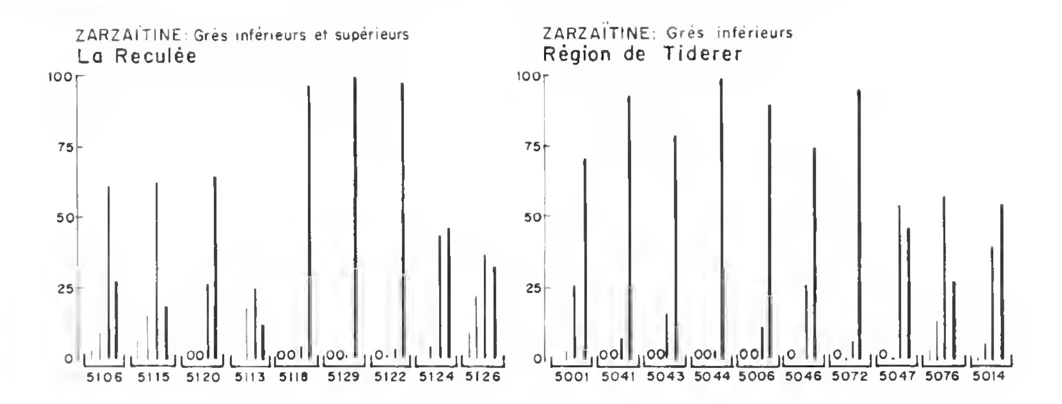
B. — ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE (Fig. 8)

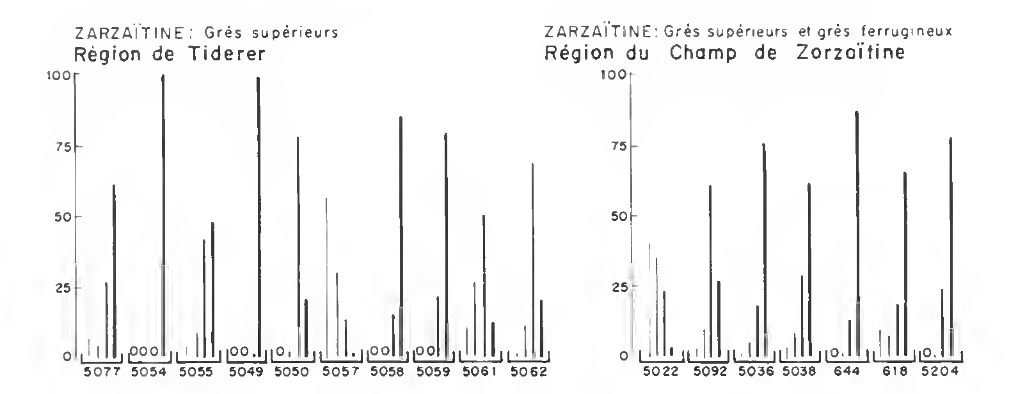
Grès inférieurs. — Ils sont plutôt fins ; dans la région de Tiderer ils deviennent plus grossiers vers le sommet de la formation.

Grès supérieurs. — Dans la région de Tiderer, ils sont plus grossiers que les grès inférieurs et, là aussi, la grossièreté augmente au sommet de la série. Dans la région du champ de Zarzaïtine ce sont, au contraire, les sables du sommet qui sont les plus fins. Dans celle de La Reculée, à la base, on rencontre des sables plutôt grossiers, puis des sables fins, pour retrouver des sables moins bien triés au sommet.

Série de Taouratine. — La granulométrie de cette série est différente d'un échantillon à l'autre et d'une région à l'autre.

Albien gréseux et Maestrichtien. — Les sables albiens sont fins en général. L'échantillon pris dans le Maestrichtien est plutôt grossier.





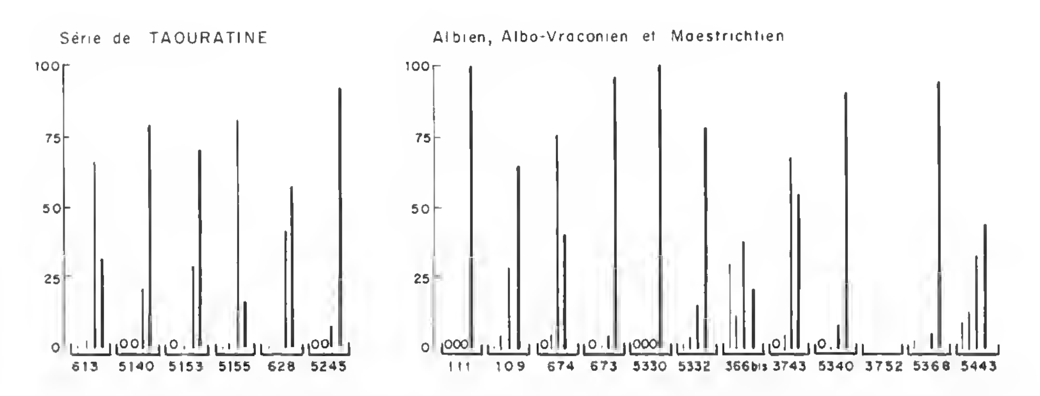


FIG. 8. — Granulométrie des différents échantillons étudiés, classés par région. Pour chaque échantillon, la longueur des quatre traits verticaux correspond aux pourcentages des quatre classes granulométriques suivantes, de gauche à droite : 1) $>$ 0,5 mm ; 2) entre 0,50 et 0,31 mm ; 3) entre 0,31 et 0,16 mm ; 4) entre 0,16 et 0,04 mm.

C. — CONCLUSIONS

Dans ces grès du Tinrhert une même association minéralogique se retrouve du Trias au Maestrichtien. Elle est formée de zircon, tourmaline, rutile, anatase ; mais les proportions de chacun de ces minéraux sont différentes d'une formation à l'autre ce qui permet ainsi de les caractériser (fig. 7, tableau IV).

Bien que le zircon soit toujours le minéral le plus abondant, il est surtout représentatif des grès inférieurs. Dans les grès supérieurs il s'associe étroitement aux oxydes de titane ;

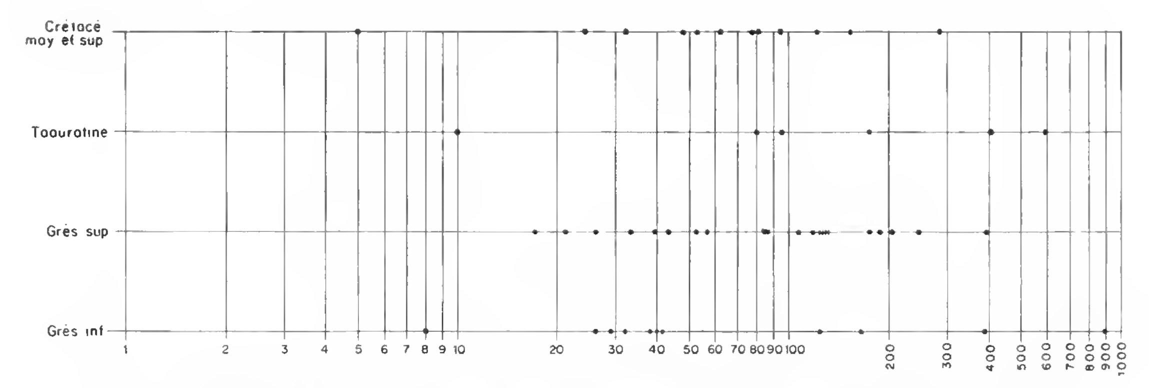


Fig. 9. — Diagramme comparatif des teneurs globales des différentes formations analysées.

la tourmaline est nettement moins abondante. Dans la série de Taouratine, le zircon se groupe ici avec la tourmaline : enfin à l'Albien il reste encore le minéral le plus abondant, mais avec des proportions nettement plus faibles que dans les grès inférieurs.

Il y a diminution des pourcentages de zircon, des grès inférieurs à la série de Taouratine avec une légère remontée à l'Albien (fig. 7). On doit noter que ces différences minéralogiques s'observent par formation et non par région (tableaux III et IV).

Les sables albiens et ceux des grès inférieurs du Zarzaïtine paraissent les plus fins, les plus grossiers étant les grès supérieurs.

Les teneurs globales (tableaux I, II, V, VI, VII) mettent en évidence la richesse ou la pauvreté d'un gisement en minéraux lourds, c'est-à-dire les conditions de sédimentation au moment de son dépôt ; ces teneurs sont souvent très différentes d'un gisement à l'autre dans une même formation. Les chiffres des teneurs globales reportées sur le diagramme (fig. 9) traduisent bien ces différences ; elles sont plus accentuées au Jurassique supérieur — Crétacé inférieur (Taouratine). Il semble bien que ce soit à l'Albien que les conditions de sédimentation aient été les plus semblables. Elles sont assez proches dans les grès inférieurs et supérieurs de Zarzaïtine (Trias *p.p.* maxima) avec cependant une plus grande homogénéité au moment du dépôt des grès supérieurs.

Dans cette succession mésozoïque, le matériel sableux est minéralogiquement homogène

et, semble-t-il, déjà trié, ce qui laisse supposer des origines peu variées, des roches sédimentaires vraisemblablement.

Il y a une plus grande variété d'espèces dans les grès supérieurs et à l'Albien, mais ces nouvelles espèces sont peu abondantes et peu fréquentes.

Il semble bien que le même matériel sableux a été repris et trié plusieurs fois, avant de se déposer depuis le Trias jusqu'au Maestrichtien.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Busson, G., 1964. — Carte géologique de l'Algérie : Fort-Flatters, feuille NH 32 SO-SE au 1/500 000. *Publ. Centre Rech. zones arides*, Paris (et *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*), 2 cartes en cartouches, 1 coupe.

— 1970. — Le Mésozoïque saharien. 2e partie : Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. *Publ. Centre Rech. zones arides*, (CNRS), Paris, sér. Géol., (11), 2 vol. in 4°, 810 p., 152 fig., 31 pl. h.-t., 17 pl. h.-t. coul., 3 cartes géol. coul. sous poch.

— 1971. — Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. Thèse Sci. Univ. Paris VI, vol. multigr., 464 p., 140 fig., 8 pl. phot. h.-t., 2 cartes géol. sous poch.

Busson, G., et S. Caillère, 1962. — Étude minéralogique de quelques argiles mésozoïques du Tinrhert et de Zarzaïtine (Sahara algérien). *Trav. Inst. Rech. sahar.*, Alger, **21** : 177-184, 2 pl. dess.

Busson, G., A. Bonnet et P. Dubois, 1965. — Carte géologique de l'Algérie : Illizi (Fort-de-Polignac), feuille NG 32 NO-NE au 1/500 000. *Publ. Centre Rech. zones arides*, Paris (et *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*).

Duplaix, S., 1958. — Détermination microscopique des minéraux des sables. 2e édit., Dunod, Paris, 96 p.

Lapparent, A. F. de, et M. Lelubre, 1948. — Interprétation stratigraphique des séries continentales entre Ohanet et Bourarhet (Sahara central). *C. r. Acad. Sci., Paris*, **227** : 1106-1108.

Lapparent, A. F. de, P. Claracq et F. Nougarède, 1958. — Nouvelles découvertes de Vertébrés dans les séries continentales au Nord d'Edjeleh (Sahara central). *C. r. Acad. Sci., Paris*, **247** : 2399-2402.

Manuscrit déposé le 9 juin 1972.

Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 3e sér., n° 76, sept.-oct. 1972,
Sciences de la Terre 15 : 159-177.

Achevé d'imprimer le 30 mai 1973.

IMPRIMERIE NATIONALE

2 564 003 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST. NAT.